



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03814978.8

[43] 公开日 2005 年 8 月 31 日

[11] 公开号 CN 1663144A

[22] 申请日 2003.6.26 [21] 申请号 03814978.8

[30] 优先权

[32] 2002.6.26 [33] US [31] 60/391,936

[86] 国际申请 PCT/US2003/020595 2003.6.26

[87] 国际公布 WO2004/004367 英 2004.1.8

[85] 进入国家阶段日期 2004.12.27

[71] 申请人 子雷无线公司

地址 美国加州圣地亚哥市

[72] 发明人 皮特·范鲁延 丹尼·范怀特

[74] 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司

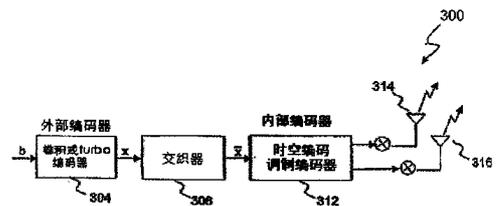
代理人 蔡晓红

权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于时空 Turbo 编码调制的装置及方法

[57] 摘要

本发明公开了一种用于由多个天线发射信号的装置和方法。该装置包括外编码器，其设置成可根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流。该装置还包括与外编码器串行相连的内编码器。内编码器设置成可接收信道编码的符号流，并为信道编码的符号流提供时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流。多个天线连接到内编码器上，各天线设置成可发射多个时空信道编码的符号流之一。



1、一种用于由多个天线发射信号的方法，其特征在于，该方法包括：根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行信道编码的符号流；对所述多个并行的信道编码的符号流进行时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；通过所述多个天线来发射所述多个时空信道编码的符号流。

2. 根据权利要求 1 所述的由多个天线来发射信号的方法，其特征在于，所述时空编码包括分组时空编码。

3. 根据权利要求 1 所述的由多个天线来发射信号的方法，其特征在于，所述时空编码包括卷积时空编码。

4. 根据权利要求 1 所述的由多个天线来发射信号的方法，其特征在于，对数据流进行编码包括使编码增益最大化，时空编码包括使分集增益最大化。

5. 根据权利要求 1 所述的由多个天线来发射信号的方法，其特征在于，所述信号遵循从以下组中选出的通信协议：正交频分多路传输（OFDM），时分多路访问（TDMA），码分多路访问（CDMA），高斯最小位移键控（GMSK），补码键控（CCK），正交位移键控（QPSK），频率偏移键控（FSK），相移键控（PSK），以及正交调幅（QAM）。

6. 一种用于由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，该装置包括：外编码器，其设置成可根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流；内编码器，其设置成可接收所述信道编码的符号流，并为所述信道编码的符号流提供时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；连接到所述内编码器的多个天线，其中各所述天线设置成可发射所述多个时空信道编码的符号流之一。

7. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述外编码器包括多个并行的编码链，其中各所述编码链包括格栅编码调制编码器，码组符号交织器和 APSK 映象器部件，其中所述多个编码链产生所述多个信道编码的符号流。

8. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述多个天线设置成使得所述天线之间的衰减相关性小于 0.5。

9. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述内编码器是码组时空编码器。

10. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述内编码器是卷积时空编码器。

11. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述外编码器设置成使编码增益最大化，所述内编码器设置成使分集增益最大化。

12. 根据权利要求6所述的由多个天线来发射信号的装置，其特征在于，所述装置包括符号交织器，其插在所述外编码器与所述内编码器之间。

13. 一种用于由多个天线来发射信号的装置，包括：

信道编码装置，其用于根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，其中所述信道编码装置设置成可产生多个并行的信道编码的符号流；时空编码装置，其设置成可为所述多个并行的信道编码的符号流提供时空编码，其中所述时空编码装置设置成可产生多个时空信道编码的符号流；及用于从多个天线中发射所述多个时空信道编码的符号流的装置。

14. 根据权利要求13所述的装置，其特征在于，所述时空编码装置包括用于码组时空编码的装置。

15. 根据权利要求13所述的装置，其特征在于，所述时空编码装置包括

用于卷积时空编码的装置。

16. 一种用于通信的方法，其特征在于，该方法包括：根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流；对所述多个并行的信道编码的符号流进行时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；通过所述多个天线来发射所述多个时空信道编码的符号流；接收所述多个时空信道编码的符号流；对所述多个时空信道编码的符号流进行时空解码，从而产生所接收的信道编码的符号流；对所述信道编码的符号流进行解码，从而产生对应于所述数据流的所接收的数据流。

17. 一种收发器，其特征在于，该收发器包括：发射器部分，该发射器部分包括：外编码器，其设置成可根据 turbo 多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流；内编码器，其设置成可接收所述信道编码的符号流，并为所述信道编码的符号流提供时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；连接到所述内编码器的多个天线，其中各所述天线设置成可发射所述多个时空信道编码的符号流之一；及容纳于所述发射部分中的接收部分，所述接收部分包括：至少一个天线，其用于接受多个被发射的时空信道编码的符号流，并因此而产生多个所接收的时空信道编码的符号流；时空解码器，其连接到所述至少一个天线上，其中所述时空解码器设置成可对所述多个所接收的时空信道编码的符号流进行解码，从而产生至少一个信道编码的符号流；及信道解码器，其设置成可对所述至少一个信道编码的符号流进行解码，从而产生所接收的数据流。

18. 一种用于发射信号的装置，其特征在于，该装置包括：QPSK 映象器，其设置成可接收输入数据；连接到所述 QPSK 映象器上的第一 MTCM 编码器和 QPSK 映象器部件；连接到所述一 MTCM 编码器和 QPSK 映象器部件上的第一符合选择器和穿孔器，其中所述第一符合选择器和穿孔器设置成可

提供第一信道编码的符号流；连接到所述 QPSK 映象器上的符号交织器；连接到所述符号交织器上的第二 MTCM 编码器和 QPSK 映象器部件；连接到所述第二 MTCM 编码器和 QPSK 映象器部件上的符号去交织器装置；连接到所述符号去交织器装置上的第二符号选择器和穿孔器，其中所述第二符号选择器和穿孔器设置成可提供第二信道编码的符号流；与第一和第二符号选择器和穿孔器相连的内编码器，其中所述内编码器设置成可接收所述第一和第二信道编码的符号流，并为所述第一和第二信道编码的符号流提供时空编码，从而产生第一和第二时空信道编码的符号流；及连接到所述内编码器上的多个天线，其中所述多个天线中的两个各自设置成可发射所述第一和第二时空信道编码的符号流之一。

## 用于时空 Turbo 编码调制的装置及方法

### 技术领域

本发明涉及一种无线电通信，更具体而言，涉及一种无线通信系统中所用的时空及信道编码调制方案。

### 背景技术

随着移动式的无线电通信越来越被广泛地接受，需要提供各种类型的无线电通信服务以满足消费者需求。例如，通过无线电通信来支持传真、电子邮件、视频、上因特网等都是可实现的。而且，移动用户希望同时得到不同类型的服务。例如，两个移动用户之间的视频会议将同时涉及到语音和视频支持。与移动无线电通信系统传统提供的语音服务相比，这些不同服务中的某些服务要求非常高的数据速率。因此，下一代移动无线电通信系统将设计成可提供这种服务所要求的高速率及可变数据速率的通信带宽。

这种下一代或“第三代”无线电通信系统，术语称为“全球移动远程通信系统（UMTS）”，已经由第三代合作计划（3GPP）提出来了。3GPP 包括各种标准设定体，其已试图共同形成用于 UMTS 的全球适用的技术规范和技术报告。尽管 UMTS 规定了用于无线电通信系统的独有规范，然而它是基于用于全球数字移动电话系统（GSM）的核心网络及其所支持的无线电访问技术（即全球地面无线电访问网络（UTRAN），包括分频双工（FDD）和分时双工（TDD）模式）。预期符合 UMTS 规范的移动无线电通信系统将拥有足够的带宽，以支持将用于第三代无线电通信系统的先进服务。

对于 UMTS 以及其它下一代网络系统的带宽要求，可以采用先进的多维

调制方案。例如，对于码分多址访问(CDMA)系统，会涉及到从应用BPSK/QPSK调制技术过渡到多维调制（例如多维Q2PSK）。

预期这种过渡将很大程度地依赖于使用格栅编码调制（TCM）和turbo格栅编码技术。TCM在过去的二十年里已经发展成用于通过有限带宽的信道来进行数字传输的组合式编码和调制技术。与标准的编码方案相比，TCM提供了在功率和带宽效率两方面的较大优点。在操作中，TCM方案采用冗余的非二进制调制并结合有限状态编码器，其确定了将在可适用信道上传输的相应信号形状。在接收器处，其所接收的信号通过软决策的最大似然（ML）维特比或最大后验（MAP）解码器来进行解码。已提出过简单的四态TCM方案可提高数字传输抵抗附加噪音（即编码增益）的稳健性，这比传统的未编码调制提高了3分贝。通过更复杂的TCM方案，编码增益可达到6分贝或更大。

## 发明内容

在一个实施例中，本发明可被表征为一种用于由多个天线发射信号的系统和方法。本发明的方法包括步骤：根据turbo多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流；对该多个并行的信道编码的符号流进行时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；发射该多个时空信道编码的符号流。

在另一实施例中，本发明可被表征为一种用于由多个天线发射信号的装置，该装置包括：外编码器，其设置成可根据turbo多格栅编码调制方案来对数据流进行编码，从而产生多个并行的信道编码的符号流；与外编码器相连的内编码器，其中内编码器设置成可接收信道编码的符号流，并为信道编码的符号流提供时空编码，从而产生多个时空信道编码的符号流；连接到内编

码器的多个天线,其中各天线设置成可发射多个时空信道编码的符号流之一。

### 附图说明

图 1 是现有的 UMTS 移动通信系统的高级框图,本发明实施了其中的一些实施例;

图 2 是图 1 的上行发射器的一个实施例的总体结构框图;

图 3 是本发明的若干实施例的 STTCM 调制器框图;

图 4 是本发明的若干实施例的 STTCM 解调器框图;

图 5 是图 3 所示的外编码器的一个实施例的框图;

图 6A 和 6B 分别是用于图 5 所示的外编码器的双态和四态实施例的输入/输出状态接线图;

图 7A 和 7B 分别是用于外编码器的双态和四态实施例的时空编码的格栅图;

图 8 是图 3 所示外编码器的另一实施例的框图;

图9A和9B分别显示了用于图8所示的外编码器所用的速率-2/4时空外编码的状态和超状态图。

### 具体实施方式

本发明涉及一种独特的时空turbo编码调制(STTCM)方案,其通过内编码和外编码来调制符号序列。在一个实施例中,利用turbo多格栅编码调制(T-MTCM)来提供外编码,而采用时空编码调制来提供内编码。

本发明的STTCM方案导致在无线电通信系统中、特别是在多路衰减环境中工作的系统中的较大编码增益。根据本发明的若干实施例的STTCM方案在固定的和无线设备环境中可有利地适用于任何形式的数字通信系统,包括语音、多媒体、导航和遥测通信系统。

在若干实施例中的STTCM方案还适用于多种通信协议，包括在单载波和多载波（例如正交频分多路传输（OFDM）设备环境）中的时分多路访问（TDMA）和码分多路访问(CDMA)。

图1为现有的UMTS移动通信系统100的高级框图，本发明一些实施例中应用其所述内容。如图所示，用户设备（UE）104通过无线电路120与基站102进行通信。UE104可包括移动无线电话手机或类似的用户设备（例如安置有收发器的PDA）。无线电路120包括上行线路122和下行线路124。基站102中的发射器112通过下行线路124发射无线电帧，其由UE104中的接收器116所接收。同样，UE104中的发射器114通过上行线路122发射无线电帧，其由基站102中的接收器110所接收。基站102和UE104中的发射器/接收器可实施为如单独的功能单元（如图1所述）或单个收发器组。

在一些实施例中，基站102和用户设备104代表无线局域网中的居民收发器。在一个实施例中，例如，基站102是通到其它通信网络如连接到因特网的电缆接口或辅助接口（例如顶置盒内）的接入点，而用户设备104包括移动电子装置，例如个人计算机（PC），手提电脑，电视，立体声装置，应用设备，掌上型等装置。在一些实施例中，基站102是蜂窝网络中的地面基站，用户设备104是移动手机。然而，应当注意的是，本发明并不限于无线通信网络。

在一个实施例中，收发器112和114符合3GPP UTRAN FDD 收发器规范中所陈述的要求，例如名称为“第三代合作计划；码组无线电访问网络；多路传输和信道编码”（1999版）的3GPP TS 25.212 V3.5.0(200-12)，该规范通过引用而整体地结合于本文中。该规范在本文被称为25.212规范。然而，应当认识到，本发明决不限于利用25.212规范的应用场合。

请参照图2所示，其描述了一个实施例的上行收发器114的整体结构框图。应当注意的是，在某些实施例中，下行收发器112具有大致类似的结构。如图

所示，上行收发器114包括媒体访问控制（MAC）层252，编码/多路传输单元254及输出级256。编码/多路传输单元254用于以来自M个传输信道282的传送块组的形式与MAC 252交换数据。这些传送块由编码/多路传输单元254共同处理和多路传输，其形式为通过N个物理信道284来提供的无线帧数据。在输出级256中，无线电帧数据被增益放大、发散、扰频、形成脉冲和调制，准备通过上行线路122来传输该数据。

请参考图3，其为根据本发明的若干实施例的时空turbo编码调制（STTCM）的调制器300的框图。在本发明的一个示例性实施例中，调制器300可设置成包含在上行或下行收发器中，例如上行收发器114。调制器300包括外编码器304、交织器308和内编码器312。一般而言，采用外编码器304来实现最大化编码增益，采用内编码器312来实现最大化分集增益。

外编码器304调制传入的数据流并产生相应的符号流以用于在交织器308中进行交织操作。在一些实施例中，外编码器304包括卷积编码器，在其它实施例中，外编码器304包括turbo多格栅编码调制T-MTCM编码器。

在一些实施例中，外编码器304是多格栅编码调制（MTCM）编码器，其根据题为“利用MTCM编码设计技术来构造分层的时空编码调制STCM编码”的文献中所述的设计标准来设计，该文献由D.J van Wyk, I.J.Oppermann, E.Pretorius, 和P.G.W van Rooyen所著；发表于IEEE VTC'99:车辆技术会议，(阿姆斯特丹，荷兰)，第2969-2973页，1999年9月，该文献通过引用而整体地结合于本文中。

然后内编码器312调制来自交织器308的、经交织操作和调制过的符号。在若干实施例中，内编码器312是时空编码调制编码器，其在一些实施例中采用传统的时空处理技术来实现，例如包括分组、卷积和格栅编码。时空处理技术的实施还进一步描述于此文献中：标题为“用于CDMA移动通信的时空

处理”；由Pieter van Rooyen, Michael Lotter,和Dannie van Wyk所著；由Kluwer Academic出版社2000年出版，该文献通过引用而整体地结合于本文中。

来自内编码器312的调制信号之后增频变频成由发射天线314、316所发出的RF信号。在一些实施例中，将天线314、316分开以提供发射参差。在一个实施例中，例如，天线314、316被分开使得天线314、316之间的衰减相关性减小至0.5以下。

在若干实施例中，时空turbo编码调制（STTCM）调制器300根据基于系统的近似来构造。换句话说，在STTCM调制器300的单个组件（例如外编码器和内编码器304、312）已经在单个的基础上进行了优化之后，对STTCM调制器300进行分析和评价，以确定实现了最佳的整体性能。

在一些实施例中，例如，外编码器304和内编码器312首先进行单独的优化，以分别使编码增益和分集增益最大，然后在将外编码器和内编码器304、312组合之后，对STTCM调制器300的整个系统性能进行优化。在一个实施例中，利用基于分析的EXIT图表来评价所组成的系统模块之间（例如外编码器和内编码器304、312之间）的信息传输，并且识别临界系统参数，其例如包括turbo迭代的数量、停止标准以及符号交织器的跨度和深度。

应当认识到，本发明可适用于单载波系统例如GSM系统，以及多载波系统如OFDM系统。本领域的普通技术人员可以认识到，时空turbo编码调制（STTCM）调制器300可实施于OFDM系统中，例如通过简单地改变外编码器304来实现。在一些实施例中，内编码器312和解码器可无很大变化地用于OFDM系统中。

请参照图4，其为本发明的若干实施例的STTCM解调器400。STTCM解调器400包括时空最大后验（MAP）解码器402，其设置成可在去发散之后处理所接收的信号。来自时空MAP解码器402的被解码的信号被提供给去交织器

406, 其输入给解码器410, 解码器410在一些实施例中是维特比解码器, 在另一些实施例中是MAP解码器。如图所示, 信道状态评估器414连接在时空MAP解码器402的输入端和解码器410之间。

在一个实施例中, 去发散、去扰频和去交织在指定的硬件中进行, turbo解码通过数字信号处理器(DSP)来进行。

请参照图5, 其为图3所示外编码器304的一个示例性实施例的示意性框图, 其为多格栅编码调制(MTCM)编码器。如图所示, 第一QPSK映象器502接收输入数据并提供相应的符号流至第一MTCM编码器和QPSK映象器部件506和符号交织器514中。来自第一MTCM编码器和QPSK映象器部件506的输出由第一符号选择器和穿孔器510处理, 可操作第一符号选择器和穿孔器510来提供第一穿孔符号流至内编码器312。

来自符号交织器514的输出被提供至第M个(Mth)MTCM编码器和QPSK映象器部件518上, 其接下来将符号输入给去交织器522和526。Mth符号选择器和穿孔器530响应于第一MTCM编码器和QPSK映象器部件506和去交织器526而产生了用于内编码器312的Mth穿孔符号流。

图6A和6B分别是外编码器304的双态和四态实施例的输入/输出状态接线图。同样, 图7A和7B分别是用于外编码器304的双态和四态实施例的时空编码的格栅图。

图8是图3所示外编码器304的另一实施例的框图, 该解码器为时空turbo多格栅编码调制T-MTCM编码器。如图所示, 第一格栅编码调制(TCM)解码器804和Mth格栅编码调制(TCM)解码器806接收输入信号, 并分别将相应的编码符号流提供给第一码组符号交织器808和Mth码组符号交织器810。

来自码组符号交织器808、810的输出被分别提供至第一和Mth QPSK映象器812、814, 其接着又传输给内时空编码器, 例如内编码器312。

图9A和9B分别显示了用于图8所示外编码器所用的速率-2/4时空外编码的状态和超状态图。

上述介绍出于说明目的而采用了专用术语来提供对本发明的全面理解。然而，本领域的技术人员显然清楚，并不要求上述特定的细节来实施本发明。在一些例子中，以框图形式显示了众所周知的电路和器件，以避免不必要地分散对根本性的本发明的注意力。因此，本发明的特定实施例的上述介绍是出于显示和介绍的目的。这些实施例并非旨在穷举或将本发明限于所公开的特定形式，显然，根据上述内容可以存在许多修改和变动。选择和介绍上述实施例以便最佳地解释本发明的原理及其实际应用，从而允许本领域的其他技术人员可最佳地利用本发明及其各种实施例和修改来适用于所考虑的特定应用。

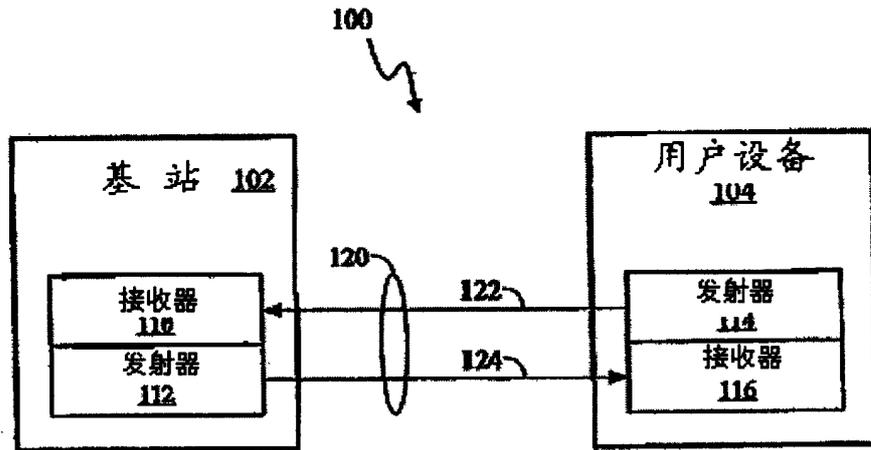


图 1

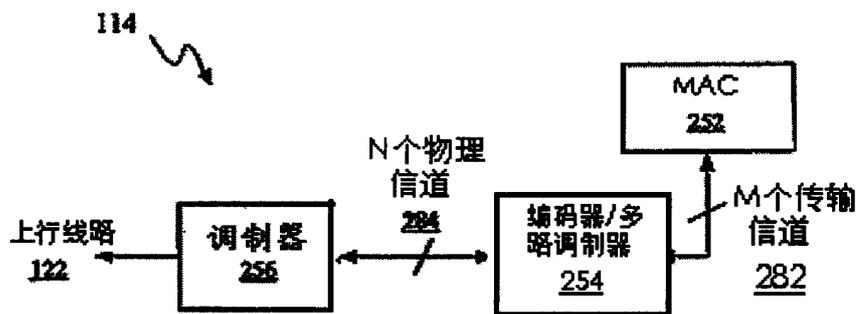


图 2

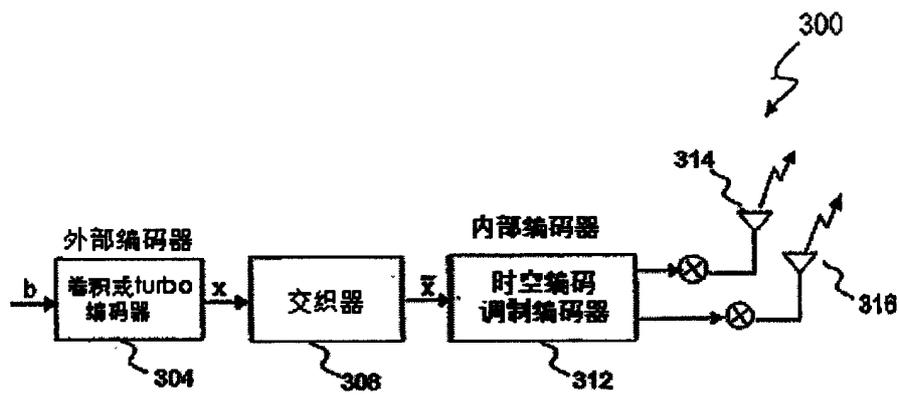


图 3

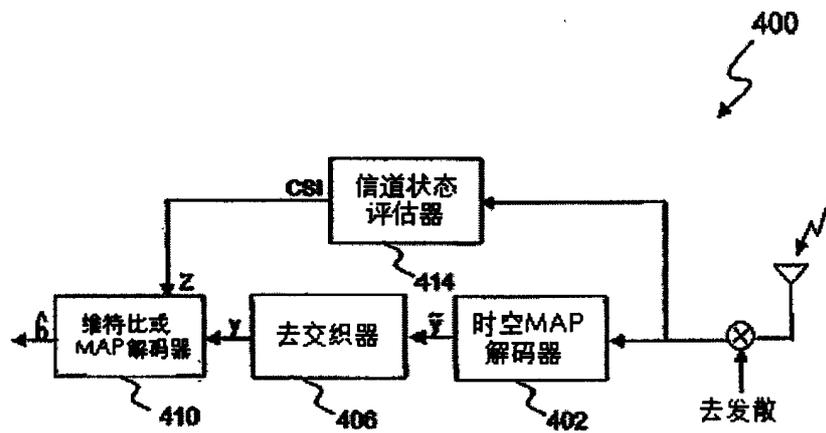


图 4

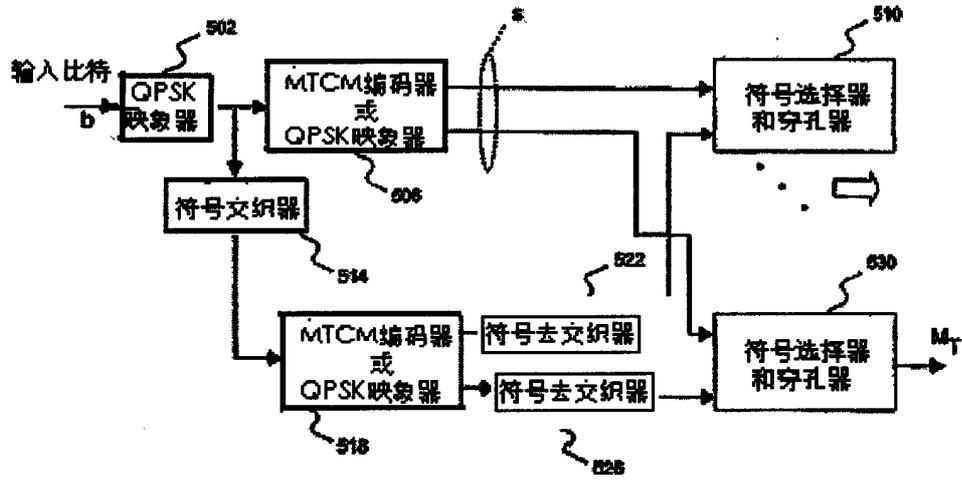


图 5

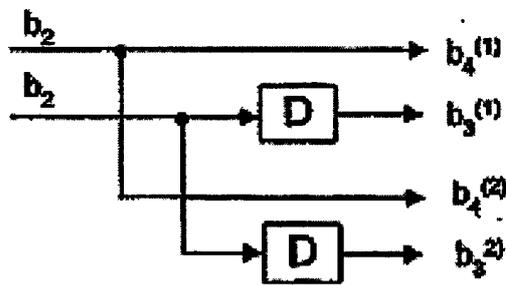


图 6A

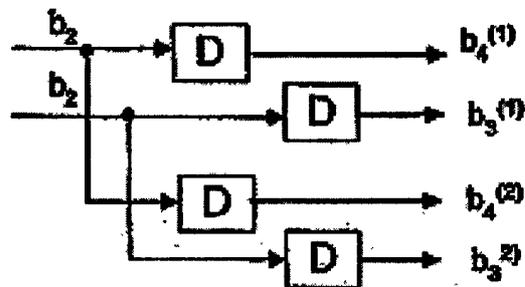


图 6B

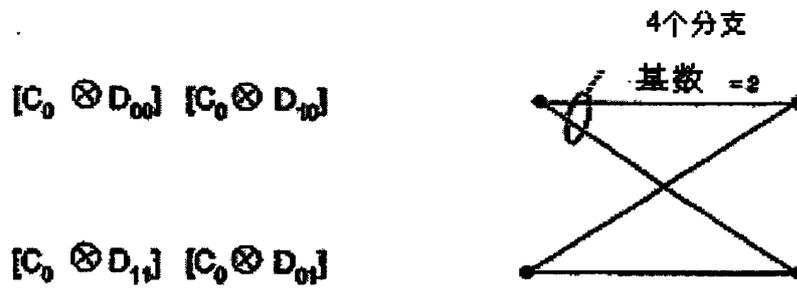


图 7A

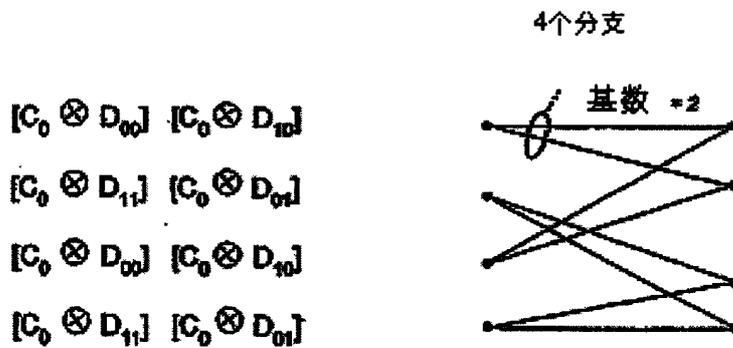


图 7B

MTCM编码器

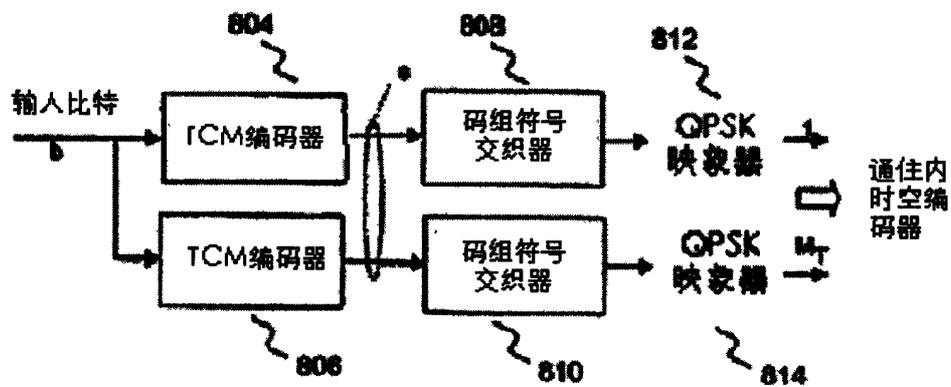


图 8

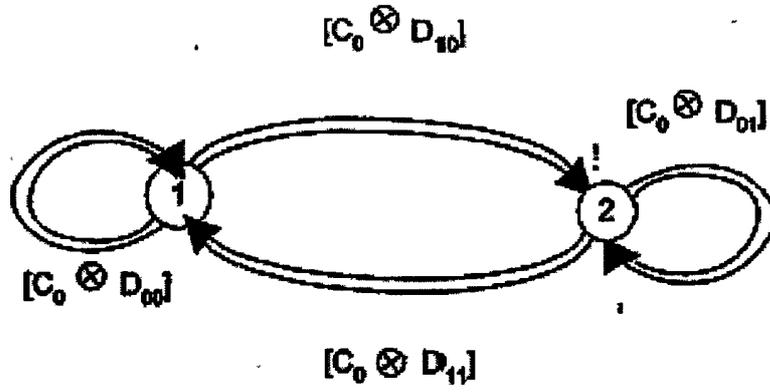


图 9A

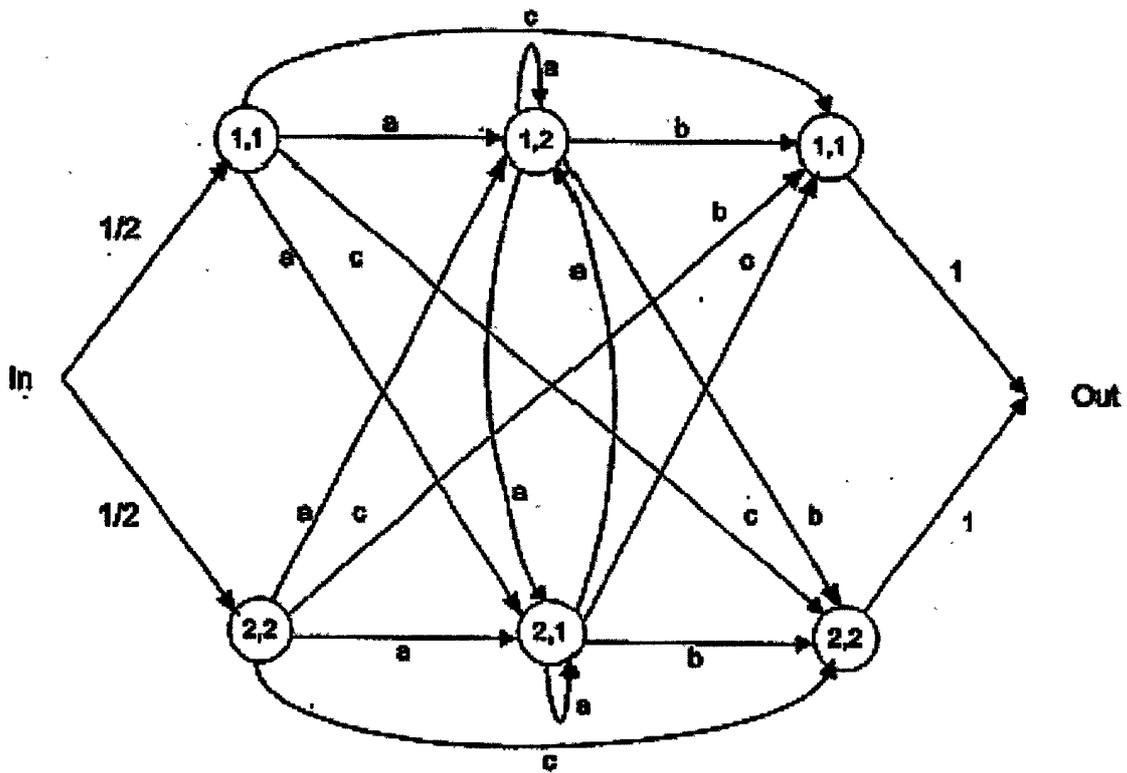


图 9B